

Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова 2008; (1): 19–23.)

7. Shigarev VM, Boichuk SP. Transosseous controlled osteosynthesis of the femoral neck fractures. In book: Materials of the Scient-Pract. Conference with Intern. Participation dedicated to 90-years anniversary of G.A. Ilizarov, 60-years anniversary of Ilizarov method, 40-years anniversary of RISC "RTO" «Ilizarov readings». Kurgan, 2011; p. 283. Russian (Шигарев В.М., Бойчук С. П. Чрескостный управляемый остеосинтез переломов шейки бедренной кости. В кн.: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения Г.А. Илизарова, 60-летию метода Илизарова, 40-летию РНЦ «ВТО» «Илизаровские чтения». Курган, 2011; с. 283.)

8. Belinov NV. Evolution of operative technique of the femoral neck fracture treatment. Siberian Medical Journal 2013; (5): 22–25. Russian (Белинов Н.В. Эволюция оперативных методов лечения переломов шейки бедренной кости. Сибирский медицинский журнал 2013; (5): 22–25.)

9. Lazarev AF. Proximal femoral fracture repair. In: Collection of abstracts of II Congress of Traumatology and Orthopaedics «Traumatology and Orthopaedics in the Capital: Present and Future». M., 2014; p. 149. Russian (Лазарев А.Ф. Лечение переломов проксимального отдела бедренной кости. В кн.: Сборник тезисов II конгресса травматологов и ортопедов «Травматология и ортопедия столицы: настоящее и будущее». М., 2014; с. 149.)

10. Pat. 12284783 RF, MPK7 A61B17/58. Technique of operative treatment of medial femoral neck fractures. Dubrovin GM., Kovalev PV., Kovaleva EA., et al. Applicant and patent holder — Kovalev PV. № 2005106753/14; appl. 09.03.2005; publ. 10.10.2006. Bul. № 28. Russian (Пат. 12284783 РФ, МПК7 А61В17/58. Способ оперативного лечения медиальных переломов шейки бедренной кости. Дубровин Г.М., Ковалев П.В., Ковалева Е.А., Меченков С.А., Дорошев М.Е. Заявитель и патентообладатель Ковалев П.В. № 2005106753/14; заявл. 09.03.2005; опубли. 10.10.2006. Бюл. № 28.)

11. Pat. 2139002 RF, MPK7 A61B17/56, A61B17/58. Technique of surgical treatment of the proximal femoral fractures. Lazarev AF., Solod EI. Applicant and patent holder — Educational Scientific Center of the Medical Center of Administrative Department of the President of the Russian Federation; appl. 27.10.1997; publ. 10.10.1999. Russian (Пат. 2139002 РФ, МПК7 А61В17/56, А61В17/58. Способ оперативного лечения переломов проксимального отдела бедренной кости.

Лазарев А.Ф., Солод Э.И. Заявитель и патентообладатель Учебно-научный центр Медицинского центра Управления делами Президента Российской Федерации; заявл. 27.10.1997; опубли. 10.10.1999.)

12. Pat. 120354 RF, MPK7 A61B17/60. Device for treatment of the patients with proximal femoral fractures and their sequelae. Soldatov YP., Allakhverdiev AC. Applicant and patent holder — RISC "RTO". № 2011154195/14; appl. 28.12.2011; publ. 20.09.12. Bul. № 26. Russian (Пат. 120354 РФ, МПК7 А61В17/60. Устройство для лечения больных с переломами и последствиями переломов проксимального отдела бедра. Солдатов Ю.П., Аллахвердиев А.С. Заявитель и патентообладатель РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова. № 2011154195/14; заявл. 28.12.2011; опубли. 20.09.12. Бюл. № 26.)

13. Allakhverdiev AS, Soldatov YP. Monolateral wire and half-pin fixator for osteosynthesis of proximal femoral fractures and their sequelae. Genius of Orthopedics 2013; (3): 77–79. Russian (Аллахвердиев А.С., Солдатов Ю.П. Монолатеральное спице-стержневое устройство для остеосинтеза переломов проксимального отдела бедренной кости и их последствий. Гений ортопедии 2013; (3): 77–79.)

14. Shevtsov VI., Shved SI., Sysenko YM. Transosseous osteosynthesis in comminuted fractures. Kurgan: DAMMI, 2002; p. 244–245. Russian (Шевцов В.И., Швед С.И., Сысенко Ю.М. Чрескостный остеосинтез при оскольчатых переломах. Курган: ДАММИ, 2002; с. 244–245.)

15. Yefimov DN. Operative treatment of the patients with femoral neck fracture and pseudarthrosis. In book: material of the Conference «Post-graduate students readings: Current problems of post-graduate education». Kurgan, 2011; p. 48–50. Russian (Ефимов Д.Н. Оперативное лечение пациентов с переломом и ложным суставом шейки бедренной кости. В кн.: Материалы конференции «Аспирантские чтения: Современные проблемы послевузовского образования». Курган, 2011; с. 48–50.)

16. Shugol GB., Demakov SL. Comparative trials of the models for femoral neck fracture. In book: Jubilee collect. of scient. works 1951–2006. «Topical problems of modern diagnostics and treatment». Ekaterinbourg, 2006; p. 67–70. Russian (Шуголь Г.Б., Демаков С.Л. Сравнительное испытание моделей фиксации переломов шейки бедренной кости. В кн.: Юбилейный сб. науч. работ 1951–2006 г. «Актуальные вопросы современной диагностики и лечения». Екатеринбург, 2006; с. 67–70.)

УДК 611.018.4:617.3:616–007.1

Оригинальная статья

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ АРХИТЕКТониКИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ ПРИ ДИСПЛАЗИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ

М. М. Дохов — ФГБУ «Саратовский НИИТО» Минздрава России, аспирант; **А. П. Барабаш** — ФГБУ «Саратовский НИИТО» Минздрава России, доктор медицинских наук, профессор.

CHANGES IN INTERNAL ARCHITECTONICS OF PROXIMAL FEMUR IN CHILDREN WITH HIP DYSPLASIA DEVELOPMENT

M. M. Dokhov — Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Post-graduate; **A. P. Barabash** — Saratov Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Professor, Doctor of Medical Science.

Дата поступления — 15.10.2014 г.

Дата принятия в печать — 28.11.2014 г.

Дохов М.М., Барабаш А.П. Изменение внутренней архитектоники проксимального отдела бедренной кости при дисплазии тазобедренного сустава у детей. Саратовский научно-медицинский журнал 2014; 10 (4): 635–638.

Цель: выявление общих закономерностей компенсаторных изменений внутренней архитектоники проксимального отдела бедренной кости при вальгусной и варусной деформациях. **Материал и методы.** На 78 рентгенограммах тазобедренных суставов детей (1–3 года, 3–7 лет, 7–12 лет) с дисплазией до и после оперативного лечения (через 6 мес.) определяли параметры проксимального отдела бедренной кости. **Результаты.** Установили степень изменения внутренней архитектоники костного вещества после изменения ШДУ с помощью корригирующей остеотомии в различных возрастных группах. **Заключение.** Максимальное восстановление внутренней архитектоники костной ткани отмечается в возрастной группе 4–7 лет.

Ключевые слова: дети, дисплазия тазобедренного сустава, архитектоника костной ткани бедренной кости, биомеханика.

Dokhov MM, Barabash AP. Changes in internal architectonics of proximal femur in children with hip dysplasia development. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2014; 10 (4): 635–638.

The aim of the research is to identify common patterns of compensatory changes in internal architectonics of the proximal femur with valgus and varus deformity. Material and Methods. The parameters of the proximal femur were determined on the basis of 78 roentgenograms of children with hip dysplasia (1–4 years, 4–7 years, 7–16 years) before and after surgical treatment (after 6 months). *Results.* The degree of change in internal architectonics of the bone substance has been determined after changing of the femoral neck-shaft angle achieved with the help of correcting osteotomy in different age groups. *Conclusion.* Maximum recovery of internal architectonics of the bone substance is observed in the groups aged 4–7 years.

Key words: children, hip dysplasia, architectonics of femoral bone, biomechanics.

Ведение. Наибольший удельный вес среди всей ортопедической патологии детей занимает дисплазия тазобедренных суставов. По разным данным, частота этой патологии составляет от 2 до 16 на 1000 новорожденных, а распространенность врожденного вывиха бедра составляет 3–4 случая на 1000 нормальных родов. Несмотря на большое количество работ и исследований, посвященных лечению этой патологии, процент неблагоприятных исходов лечения остается достаточно высоким [1–4].

Количество остаточных дефектов развития сустава после неадекватного консервативного лечения составляет от 15 до 70%, а возникновение на почве остаточной нестабильности тазобедренного сустава в 21–80% случаев деформирующего артроза делает данную проблему чрезвычайно актуальной [2, 5, 6].

Анатомическая форма и особенности архитектоники компонентов сустава обусловлены его функцией опоры и движения. Шейка бедренной кости является проводником, передающим напряжение от головки к диафизу. Направление векторов сил, проходящих через шейку бедренной кости, формирует уникальную архитектонику трабекулярных структур, которая хорошо видна на вертикальном срезе кости. Пластины губчатой кости образуют две системы трабекул [7–9].

Основная система состоит из трех групп трабекул, веером расходящихся в головке и шейке бедра. Первая группа идет от кортикального слоя наружной поверхности диафиза бедра и заканчивается в нижней части кортикального слоя головки (так называемый дугообразный пучок Галуа и Боскета (Gallois, Bosquette)). Вторая группа идет от кортикального слоя внутренней поверхности диафиза и нижней части шейки, расходится веером вверх и заканчивается на кортикальном слое верхней части головки (так называемый головной пучок или поддерживающий веер) (рис. 1).

Эти пучки соответствуют направлению основных силовых линий: силы тяги и силы сдавливания. Пересечение трабекул первой и второй группы образуют так называемые готические арки [10].

Цель исследования: выявить анатомо-функциональные закономерности структурных изменений архитектоники костной ткани проксимального отдела бедренной кости у детей разного возраста после хирургической коррекции остаточных диспластических деформаций.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили рентгенограммы 78 тазобедренных суставов пациентов с дисплазией тазобедренных суставов, находившихся на стационарном лечении в отделении детской ортопедии ФГБУ «СарНИИТО», и рентгенограммы 16 тазобедренных суставов детей, без признаков дисплазии. Все рентгенограммы

выполнены на рентгеновском аппарате с цифровой обработкой «Apelem DX-90». Высокое разрешение рентгенограмм и их цифровая обработка позволили визуализировать особенности архитектоники проксимального отдела бедренной кости.

На рентгенограммах измеряли шейчно-диафизарный угол (ШДУ — угол, образованный осью шейки бедренной кости (БК) и осью диафиза). Для исключения влияния угла антеворсии на результаты измерения проводились на рентгенограммах с внутренней ротацией бедер.

Проводился визуальный анализ трабекулярной системы проксимального отдела бедра по рентгенограммам, оценивалось наличие и направление главных пучков трабекул. Для изучения изменения ориентации главных групп трабекул проводилось измерение: угла между направлением главного пучка и осью диафиза, угла между направлением главного пучка и осью шейки бедренной кости (рис. 2).

Пациенты разделены на три возрастные группы в соответствии с возрастной периодизацией, принятой на конференции по морфологии, биохимии и физиологии (Москва, 1965):

1-я группа — от 1 до 3 лет — 22 сустава (нормальные показатели ШДУ 130–145°);

2-я группа — от 4 до 7 лет — 22 сустава (нормальные показатели ШДУ 125–135°);

3-я группа — от 8 до 12 лет — 34 сустава (нормальные показатели ШДУ 120–130°).

Пациентам в отделении были выполнены межвертельные корригирующие остеотомии бедренных костей для исправления деформаций. Для оценки эффективности оперативного лечения проведен анализ контрольных рентгенограмм, выполненных в

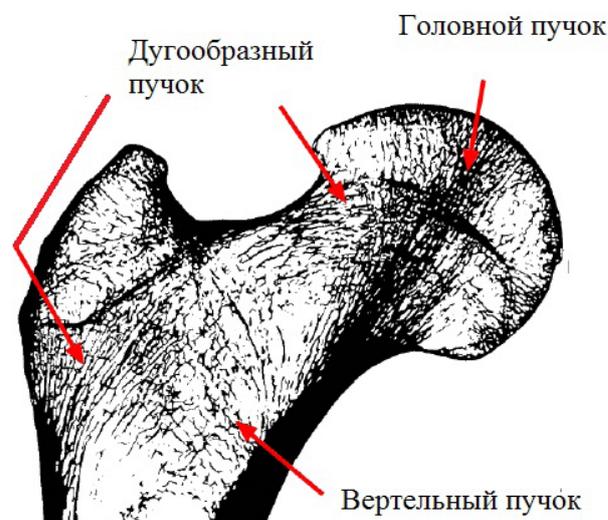


Рис. 1. Архитектоника костной ткани проксимального отдела бедра

Ответственный автор — Дохов Магомед Махраилович
Тел.: 8 (8452) 393051.
E-mail: maga_med@inbox.ru

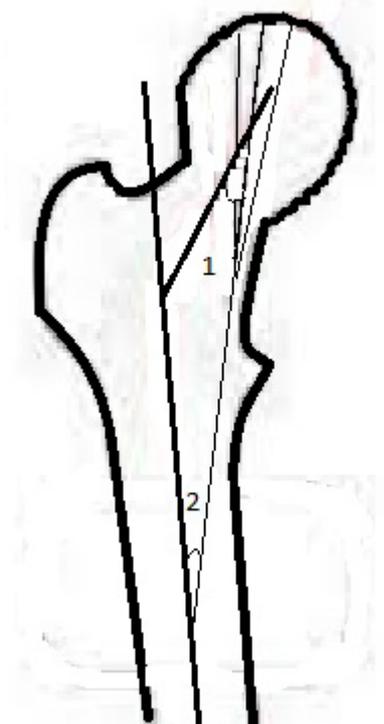


Рис 2. Определение ориентации главного пучка относительно оси шейки (1) и оси БК (2)

сроки от 3 месяцев до 2,5 года после оперативного лечения (57 суставов).

Статистический анализ проведен с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0. Распределение соответствовало нормальному. Определялись вариационно-статистические показатели: средняя арифметическая (M), амплитуда (Min-Max), стандартное отклонение (σ), показатель экстенсивности — отношение отдельной части к изучаемой совокупности. Достоверность различий определяли параметрическим методом (t-критерий Стьюдента). Различия считали достоверными при 95%-ном пороге вероятности.

Результаты. В возрасте от 1 года до 12 лет разброс показателей шеечно-диафизарного угла составлял от 134° до 190° при вальгусной деформации проксимального отдела бедра (68 суставов) и от 110° до 90° при варусной деформации (8 суставов).

При анализе рентгенограмм детей без признаков дисплазии выявлено, что ШДУ распределялся в интервале от 122° до 137° , в среднем этот показатель составлял 130° ($\sigma=4^\circ$).

При определении ориентации основных пучков трабекул у пациентов без патологии тазобедренных суставов выявлено, что главный пучок с осью диафиза бедра образует угол, обращенный кнутри, который во всех случаях укладывался в диапазон от 135° до 170° и в среднем составлял $153,3^\circ$ ($\sigma=9^\circ$). Угол, образованный направлением главного пучка и осью шейки, составлял от 25° до 35° .

Отмечено, что выраженные изменения архитектоники кости напрямую зависят от величины ШДУ. Так, при показателях ШДУ до 150° на рентгенограммах изменений направления костных балок не отмечено ($p=0,24$). Сохраняются два основных пучка трабекул, их ориентация значительно не нарушена.

Также определяется зависимость ориентации трабекул от возраста пациентов. За нарушение архитектоники трабекулярной системы при вальгусной деформации принималось увеличение угла, образованного главным пучком и диафизом бедренной кости, $>171^\circ$ и уменьшение угла между осью шейки бедра и главным пучком ($<20^\circ$). В возрастной группе младше четырех лет изменения архитектоники трабекулярной системы обнаружено лишь в 8 случаях (36%). Во второй группе (от 4 до 7 лет) изменения трабекулярной системы выявлены в 17 суставах (77%). В 3-й группе (старше 7 лет) патологическая ориентация костных балок выявлена в 26 суставах (76%). Таким образом, у детей до четырех лет даже выраженные деформации проксимального отдела БК не вызывают нарушения внутренней архитектоники костной ткани.

При варусной деформации изменения архитектоники кости проявляются независимо от возраста и величины ШДУ. Характерным при варусной деформации является сохранение угла, образованного главным пучком и диафизом бедренной кости, в пределах нормы. Статистически значимых различий с группой сравнения не выявлено ($p=0,35$); значительное увеличение угла между осью шейки бедренной кости и главным пучком ($>35-40^\circ$), различия значений по сравнению с группой сравнения статистически значимы ($p=0,002$).

При анализе рентгенограмм, выполненных после оперативного лечения, обнаружено, что в 1-й группе восстановление нормальной архитектоники сустава произошло в 4 суставах из 22 проанализированных (сроки от 3 мес. до 1 года), что составляет лишь 18%. Во 2-й возрастной группе восстановление нормальной архитектоники обнаружено в 52% случаев уже в течение первого года после операции (9 из 17). У детей старше 7 лет отмечается замедление восстановления нормальной архитектоники. В этой группе выявлена нормальная ориентация костных балок лишь в 24% (4 из 17).

Клинический случай. Больная М., 4 года, поступила в отделение с диагнозом: «Дисплазия тазобедренных суставов. Торсионно-вальгусная деформация проксимальных отделов бедренных костей. ШДУ справа/слева $165^\circ/161^\circ$ ». На рентгенограммах отмечалось изменение ориентации главного пучка, угол между последним и осью шейки бедра составлял $176^\circ/175^\circ$, ось шейки бедра пересекала главный пучок под углом 17° и 16° справа и слева соответственно (рис. 3).

Выполнена межвертельная центрирующая остеотомия обеих бедренных костей. На контрольных рентгенограммах тазобедренных суставов (спустя 3 года) отмечалось восстановление нормальной

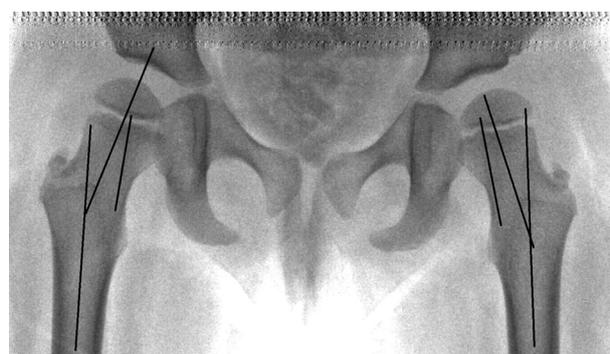


Рис 3. Обзорная рентгенограмма больной М. до оперативного вмешательства

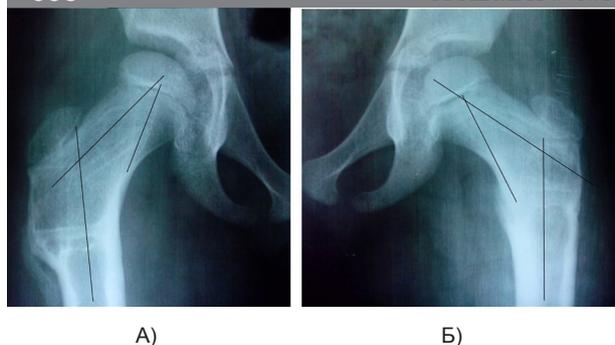


Рис 4. Рентгенограмма больной М.: правого (А) тазобедренного сустава спустя 2,5 года и левого (Б) тазобедренного сустава через 3 года после оперативного вмешательства

архитектоники проксимального отдела бедренной кости. Ориентация главного пучка соответствует норме. Угол между осью бедренной кости и главным пучком составляет 155° справа и 160° слева, угол между осью шейки и главным пучком составляет 26° и 27° соответственно (рис. 4).

Обсуждение. Деформации проксимального отдела бедренной кости, возникающие на фоне дисплазии тазобедренных суставов, — сложный процесс, влекущий за собой изменение биомеханики и вследствие этого изменение архитектоники костной структуры проксимального отдела бедренной кости.

Полученные результаты совпадают с наблюдениями Р. Maquet, который в статье «Biomechanics of hip dysplasia» [8] дает биомеханическое обоснование изменению архитектоники костной ткани проксимального отдела БК при дисплазии. При вальгусной деформации бедренной кости вектор результирующей силы R проходит по центру шейки бедра, поэтому шейка бедра испытывает преимущественно напряжение сдвигания. Изменение направления и характера сил, воздействующих на проксимальный отдел бедра, вызывает нарушение его нормальной архитектоники. Трабекулы губчатого вещества ориентируются по направлению основных воздействующих сил, и вместо «готических арок» на срезе бедра обнаруживаются продольно расположенные трабекулы, заполняющие всю шейку.

При варусной деформации бедра смещение вектора силы R медиальнее от оси шейки приводит к преобладанию в проксимальном отделе бедра напряжения, направленного на изгиб шейки. Избыточные нагрузки приводят к изменению архитектоники кости. Усиливаются две группы балок: группа балок, идущая от кортикального слоя наружной поверхности диафиза бедренной кости к кортикальному слою головки бедренной кости, и группа балок, направленная от кортикального слоя внутренней поверхности диафиза и нижней части шейки к кортикальному слою верхней части головки бедренной кости.

Между этими двумя группами трабекул образуется хорошо выраженная «готическая арка».

Выводы:

1. У детей младшего возраста (младше четырех лет) значимого изменения ориентации костных балок

в проксимальном отделе бедренной кости не выявлено даже при значительной вальгусной деформации бедра.

2. Изменения архитектоники костной ткани возникают преимущественно при вальгизации проксимального отдела бедра более чем на 20° .

3. Варусная деформация бедра биомеханически наименее благоприятна, так как изменения архитектоники при ней возникают даже при минимальных деформациях и в раннем возрасте (младше четырех лет).

4. Восстановление нормальной архитектоники после оперативного лечения активнее всего происходит во второй возрастной группе (от 4 до 7 лет), где уже в течение первого года после операции в 52% проанализированных рентгенограмм появляется нормальная ориентация костных балок.

Конфликт интересов. Работа выполнена в соответствии с планом НИР СарНИИТО. Номер государственной регистрации 052–02.

References (Литература)

1. Bowen R. Developmental Dysplasia of the Hip. Maryland: Data Trace Publishing Company, 2006; 324 p.
2. Akhtyamov IF, Sokolovski OA. The surgical treatment of a hip joint dysplasia. Kazan: Instant Print Centr, 2008; 371 p. Russian (Ахтямов И.Ф., Соколовский О.А. Хирургическое лечение дисплазии тазобедренного сустава. Казань: Центр оперативной печати, 2008. 371 с.)
3. Baindurashvili AG, Voloshin SY, Krasnov AI. Congenital dislocation of the hip in infants: The clinic, diagnosis, conservative treatment. Saint Petersburg: SpetsLit, 2012; 95 p. Russian (Баиндурашвили А.Г., Волошин С. Ю., Краснов А.И. Врожденный вывих бедра у детей грудного возраста: клиника, диагностика, консервативное лечение. СПб.: СпецЛит, 2012; 95 с.)
4. Malahov OA, Kralina SE. Congenital hip dislocation. M.: Meditsina, 2009; 128 p. Russian (Малахов О.А., Кралина С. Э. Врожденный вывих бедра. М.: Медицина, 2009; 128 с.)
5. Erekeshev AE, Razumov AA, Kuzmin VD, et al. Clinic diagnosis and conservative treatment of congenital hip dislocation. Astana, 2002; 148 p. Russian (Ерекешев А.Е., Разумов А.А., Кузьмин В.Д. и др. Клиника диагностика и консервативное лечение врожденного вывиха бедра Астана, 2002; 148 с.)
6. Ogarev EV. The proximal femur formation in children and adolescents. Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova 2006; 1: 51–56. Russian (Огарев Е.В. Формирование проксимального отдела бедренной кости у детей и подростков. Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова 2006; 1: 51–56).
7. Damien P, Kevin J. Anatomy & Biomechanics of the Hip. The Open Sports Medicine Journal 2010; 4: 51–57.
8. Maquet P. Biomechanics of hip dysplasia. Acta orthopaedica Belgica 1999; 65 (3): 302–314.
9. Ilescu N. Biomechanical changes of hip joint following different types of corrective osteotomy — photoelastic studies. Acta of Bioengineering and Biomechanics 2008; 10 (3): 65–71.
10. Barabash AP, Norkin IA, Ivanov DA. Computer simulation of three-dimensional human femur. Innovative implants surgery: collection of works 2014; 3: 214–220. Russian (Барабаш А.П., Норкин И.А., Иванов Д.А. Компьютерное трехмерное моделирование бедренной кости человека и стержней для остеосинтеза. Инновационные импланты в хирургии: сборник трудов 2014; 3: 214–220.)